动 物 学 研 究 2001, Aug. 22 (4): 279~286 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

蓝尾石龙子的生长、两性异形及雌性繁殖

杜卫国 计 翔
(杭州师范学院生物系 杭州 310036 duweiguo@mail.hz.zj.cn)

摘要：报道蓝尾石龙子（*Eumeces elegans*）的生长、两性异形和雌性繁殖。性成熟个体体色的两性差异显著，成年雄性体长、头长和头宽显著大于成年雌性。幼体体长生长率无显著的两性差异，成年雄体体长生长率显著大于成年雌体，因此，个体大小的两性异形是性成熟后发生的。体长小于 50 mm 的幼体，头长和头宽无两性差异；当体长大于 50 mm，雄性头长和头宽随体长的生长率显著大于雌性，并导致头部大小的两性异形，并随个体发育变得越来越显著。蓝尾石龙子产卵雌体的最小体长为 69.3 mm，大于此体长的雌体均年产单窝卵。窝卵数、窝卵重和平均卵重均与雌体体长呈正相关，平均值分别为 6.4、2.783 和 0.554 g。窝卵数与雌体产后状态无关。蓝尾石龙子雌体主要通过增加窝卵数和卵大小来增加繁殖输出。

关键词：石龙子科；蓝尾石龙子；生长；两性异形；雌性繁殖
中图分类号：Q959.6 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853(2001)04-0279-08

脊椎动物普遍存在个体大小、体色和局部特征的两性异形(Darwin, 1871; Shine, 1979; Greenwood & Wheeler, 1985; Parker, 1992; Anderson, 1994; Bonnet *et al*., 1998)。两性异形的进化受性选择压力、非性选择压力，或两种选择压力某种组合作用的影响(Trivers, 1977; Powell & Russell, 1985; Cooper & Vitt, 1989; Ji *et al*., 1997, 1998; 林植华和计翔, 2000; 张永普和计翔, 2000)。性选择压力与雌体繁殖输出、雄体获得配偶的几率直接有关，并导致许多动物两性异形，进而显著影响繁殖成功率(Anderson & Vitt, 1990; Anderson, 1994; 计翔, 1994; Shine, 1994; Braña, 1996; Bonnet *et al*., 1998; 林植华和计翔, 2000; 计翔和杜卫国, 2000)。性选择压力以外的因素亦能导致动物两性异形，如：①两性个体、整体和局部特征生长速率的差异(Brooks, 1991)；②两性寿命或死亡率的差异(Dunham, 1981)；③两性食性的分离(Berry & Shine, 1980; Powell & Russell, 1985; 林植华和计翔, 2000)；④两性分配用于生长的物质和能量的差异(Cooper & Vitt, 1989)等。寻找导致两性异形的原因，有益于深入了解动物两性异形的进化关系。

蓝尾石龙子(*Eumeces elegans*)为卵生有鳞类爬行动物，广泛分布于中国南方诸省(包括台湾)及琉球群岛(Zhao & Adler, 1993)。王培潮(1964, 1966)曾描述性报道杭州九溪蓝尾石龙子的活动节律、食性和繁殖。近 10 年有关该种的研究主要涉及筑巢习性(Lue & Chen, 1989; Kato, 1994)、成年个体的两性异形(Huang, 1996)和食物同化的热依赖性(Du *et al*., 2000)等，但两性异形的个体发生及雌体繁殖输出等尚未触及。本文主要报道蓝尾石龙子生长、两性异形在个体发育过程中的变化和雌性繁殖输出，探讨蓝尾石龙子两性异形的形成及原因。

1 材料和方法

1.1 实验动物来源和形态数据测定

蓝尾石龙子样本分别于 1998、1999 和 2000 年 5 月捕自杭州龙井。带回实验室，鉴定性别，用 MettlerB303 电子天平称重(±0.001 g)，用数显游标卡尺(±0.01 mm)测量。体长(snout-vent length, SVL)为吻端至泄殖腔孔前缘间距；头长(head length, HL)为吻端之外耳道前缘间距；头宽(head width, HW)为左右颌关节间距。体长 69.3 mm 以上的个体被判定为性成熟个体。按性别和体长大小将石龙子分为 8 组：①雌雄体长 < 50 mm 的幼体组；②雌雄体长为 50~60 mm 的幼体组；③雌雄体长为 60~69 mm 幼体组；④雌雄体长 > 69.3 mm 的成体组。

收稿日期：2000-11-17；修改稿收到日期：2001-03-08
基金项目：浙江省自然科学基金青年人才专项基金、浙江省 151 人才基金、杭州市人才基金资助项目

1.2 繁殖输出记录

每年5月从野外获得怀卵雌体，饲养于实验室内的蜥蜴专用玻璃缸（600 mm × 300 mm × 300 mm）内，饲以足量的面包虫（larvae of *Tenebrio molitor*）。定期在石龙子的饮水中添加儿童钙粉和21金维他等，以确保其营养需求。怀卵雌体在饲养缸内筑巢产卵，每日检查雌体巢址，收集、测量和称重雌体在2 h内产出的卵，记录产后雌体的体长和体重。相对窝卵重用2种方法表示：①RCM_1 = 窝卵重/产后雌体体重（Shine，1992）；②RCM_2 = 窝卵重/雌体总体重（产后雌体体重 + 窝卵重）（Vitt & Price，1982；Seigel & Fitch，1984）。产后雌体的状态用产后体重与体长的ln转化回归剩余值表示（van Damme *et al.*，1992）。

1.3 室内生长观察测定

1998年5月从野外获得94条幼体，50条成体（10♀♀:40♂♂），饲养于实验室内，方法同1.2。每月测定动物的体长、体重、头长和头宽，连续5个月跟踪测定其中25条（12♀♀:13♂♂）幼体。

1.4 数据统计分析

所有统计分析用Statistica统计软件包处理。在作进一步统计检验前，用Kolmogorov-Smirnov和F-max分别检验数据的正态性和方差同质性。用t-检验、线形回归、协方差分析（ANCOVA）和偏相关分析等处理相应的数据，体长为所有ANCOVA中的协变量。描述性统计值用平均值 ± 标准误表示，显著性水平设置为$\alpha = 0.05$。

2 结 果

2.1 两性个体的体色差异

蓝尾石龙子幼体的体色无明显两性异形特征，两性幼体体背棕黑色，背部有5条鲜明的浅黄色纵纹，尾蓝色。成年个体的体色具明显两性异形特征：成年雌体背部呈棕黑或棕褐色，背部尚保留5条浅黄色纵纹；成年雄体背部棕褐色，但5条浅黄色纵纹消失。

2.2 体长和头部两性异形

雄性成体体长明显大于雌性成体（$t = 7.44$，$df = 248$，$P < 0.0001$；表1）。不同发育阶段雌体的头长（$F_{3,162} = 1.60$，$P > 0.19$）和头宽（$F_{3,162} = 1.95$，$P > 0.12$）随体长的增长速率无显著差异，不同发育阶段雄体的头长（$F_{3,271} = 7.23$，$P < 0.001$）和头宽（$F_{3,271} = 13.32$，$P < 0.0001$）随体长的增长速率有显著差异（图1）。ANCOVA分组分析两性个体头部大小后发现：体长 < 50 mm幼体的头长（$F_{1,42} = 1.87$，$P > 0.17$）和头宽（$F_{1,42} = 2.07$，$P > 0.15$）无显著的两性差异；体长为50～60 mm（HL，$F_{1,80} = 16.28$，$P < 0.001$；HW，$F_{1,80} = 4.69$，$P < 0.05$）和60～69 mm（HL，$F_{1,67} = 50.26$，$P < 0.0001$；HW，$F_{1,67} = 9.19$，$P < 0.01$）雄性幼体的头长和头宽均显著大于雌性幼体。由于雌雄成体的头部随体长的增长呈异速增长（$F_{1,247} = 49.23$，$P < 0.0001$），ANCOVA不适用于比较特定体长的雌雄成体的头部大小。ANOVA显示雄性成体头部明显大于雌体（HL，$F_{1,249} = 327.23$，$P < 0.0001$；HW，$F_{1,249} = 323.20$，$P < 0.0001$）（表1，图1）。

2.3 生 长

幼体体长的生长率（G_{SVL}）与体长呈负相关（幼雌：$G_{SVL} = -0.079SVL + 7.21$，$r^2 = 0.15$，$F_{1,50} = 8.50$，$P < 0.01$；幼雄：$G_{SVL} = -0.157SVL + 11.47$，$r^2 = 0.34$，$F_{1,50} = 25.16$，$P < 0.0001$）。协方差分析表明，雌雄幼体体长生长率无显著的差异（$F_{1,101}$ =

表1 蓝尾石龙子头、体大小

Table 1 Body and head sizes of blue-tailed skinks, *E. elegans*

	分组（groups）	n	SVL/mm	HL/mm	HW/mm
幼体（juvenile）	初生（hatchling）	27	28.7 ± 0.3（25.7～31.0）	7.0 ± 0.1（6.5～7.4）	4.8 ± 0.1（4.4～5.2）
	< 50 雌体（< 50 female）	26	45.2 ± 0.7（38.6～49.9）	9.2 ± 0.1（8.1～10.0）	6.0 ± 0.1（5.2～6.9）
	< 50 雄体（< 50 male）	19	45.9 ± 0.8（38.9～49.8）	9.4 ± 0.1（8.3～10.3）	6.1 ± 0.1（5.5～6.8）
	50～60 雌体（50－60 female）	40	55.7 ± 0.4（50.4～59.4）	10.8 ± 0.1（9.9～11.8）	7.1 ± 0.1（6.2～7.8）
	50～60 雄体（50－60 male）	43	55.7 ± 0.5（50.4～59.6）	11.0 ± 0.1（9.8～12.3）	7.3 ± 0.1（6.4～8.4）
	60～69 雌体（60－69 female）	29	64.1 ± 0.5（60.4～68.4）	12.2 ± 0.1（11.2～13.2）	8.2 ± 0.1（7.5～8.8）
	60～69 雄体（60－69 male）	41	64.2 ± 0.5（60.0～69.0）	12.7 ± 0.1（11.5～14.1）	8.5 ± 0.1（7.5～9.8）
成体（adult）	雌体（female）	75	76.8 ± 0.6（69.3～93.9）	14.0 ± 0.1（12.8～17.2）	9.5 ± 0.1（8.3～11.4）
	雄体（male）	176	83.3 ± 0.5（69.4～98.9）	16.7 ± 0.1（13.1～20.5）	11.7 ± 0.1（8.5～15.7）

数据用平均值 ± 标准误表示，括号内显示数据范围（data are expressed as mean ± SE, and ranges are indicated in parentheses）。

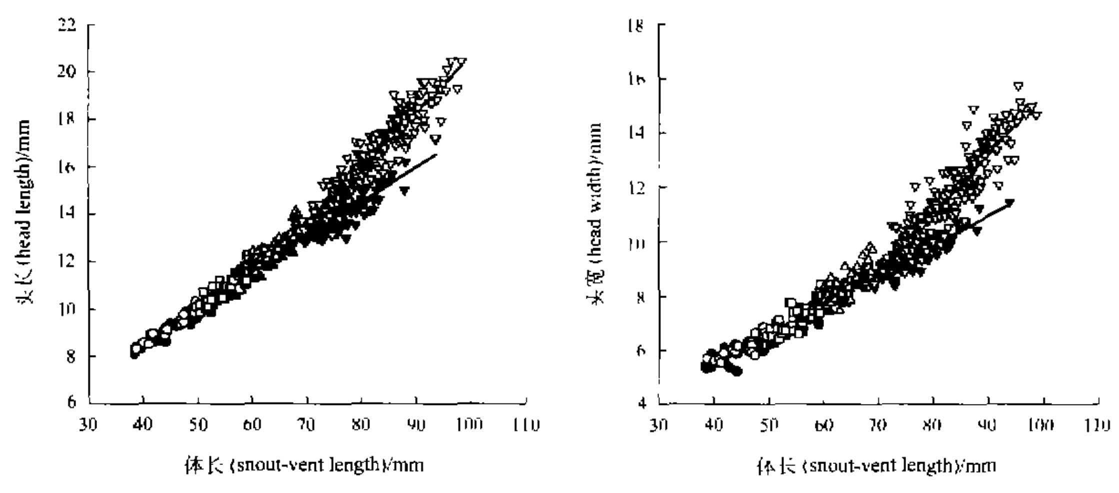


图 1　蓝尾石龙子头长、头宽与体长的关系

Fig.1　Relationships of head length and width to snout-vent length in *E. elegans*

$=0.24, P>0.6$)，雄性成体的体长生长率显著高于雌性成体（$F_{1,47}=8.10, P<0.01$）。幼体头长的生长率（G_{HL}）与体长也呈负相关（幼雌：$G_{HL}=-0.015SVL+1.17, r^2=0.22, F_{1,50}=12.59, P<0.001$；幼雄：$G_{HL}=-0.017SVL+1.49, r^2=0.18, F_{1,50}=10.87, P<0.01$）。协方差分析表明雄性幼体头长生长率高于雌性（$F_{1,50}=4.06, P<0.05$）（图 2）。图 3 显示实验室饲养条件下 25 条幼体性成熟前的生长情况，从图中可以看出雌雄幼体体长和体重的生长速度相似，但雄性幼体的头长和头宽的生长明显快于雌性幼体，这种趋势在临近性成熟时更趋明显。

2.4　雌性繁殖

本研究中，最小产卵雌体的体长为 69.3 mm，大于此体长的雌体均年产单窝卵，产卵起止时间为 6 月 2 日 ~ 7 月 12 日。表 2 显示雌体体长和繁殖特征的描述统计值。窝卵数（$r^2=0.37, F_{1,37}=21.61, P<0.0001$）、平均卵重（$r^2=0.35, F_{1,10}=5.34, P<0.05$）和窝卵重（$r^2=0.46, F_{1,10}=8.51, P<0.05$）与雌体体长均呈正相关（图 4）。偏相关分析雌体体长、产后状态与窝卵数之间关系，表明窝卵数与雌体产后状态无关（$r=0.26, t=0.80, df=10, P=0.44$）。

表 2　蓝尾石龙子雌体体长和繁殖特征

Table 2　Snout-vent length and reproductive characteristics of female *E. elegans*

	样本数 (*n*)	平均值 ± 标准误 (mean ± SE)	范围 (range)
体长/mm (snout-vent length)	39	77.7 ± 0.7	69.3 ~ 93.9
产后体重/g (post-oviposition body mass)	12	8.9 ± 0.5	6.3 ~ 12.0
窝卵数/枚 (clutch size)	39	6.4 ± 0.4	2.0 ~ 11.0
卵重/g (egg mass)	12	0.55 ± 0.03	0.42 ~ 0.71
卵长径/mm (egg length)	12	14.2 ± 0.3	13.0 ~ 15.9
卵短径/mm (egg width)	12	8.4 ± 0.1	7.7 ~ 9.3
窝卵重/g (clutch mass)	12	2.78 ± 0.38	0.85 ~ 4.62
相对窝卵重 (relative clutch mass)			
RCM₁	12	0.314 ± 0.046	0.088 ~ 0.619
RCM₂	12	0.229 ± 0.026	0.081 ~ 0.382

3　讨　论

本项研究结果与 Huang（1996）的报道一致，均表明蓝尾石龙子成体存在显著的两性异形：①雌雄体色明显不同；②雄性体长大于雌性；③雄性头部大于雌性。蓝尾石龙子体长的两性差异是在性成熟后才出现的，因为雌雄幼体体长的生长速率相似，而性成熟雄性个体体长的生长速率明显高于雌

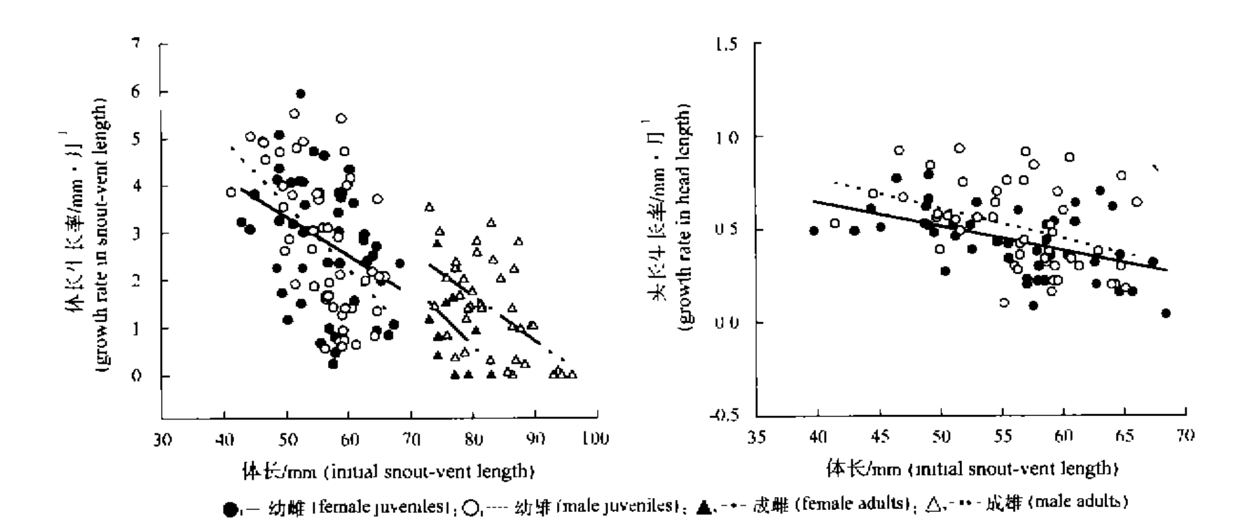


图 2 蓝尾石龙子体长和头长的生长率

Fig.2 Growth rates of snout-vent length and head length in *E. elegans*

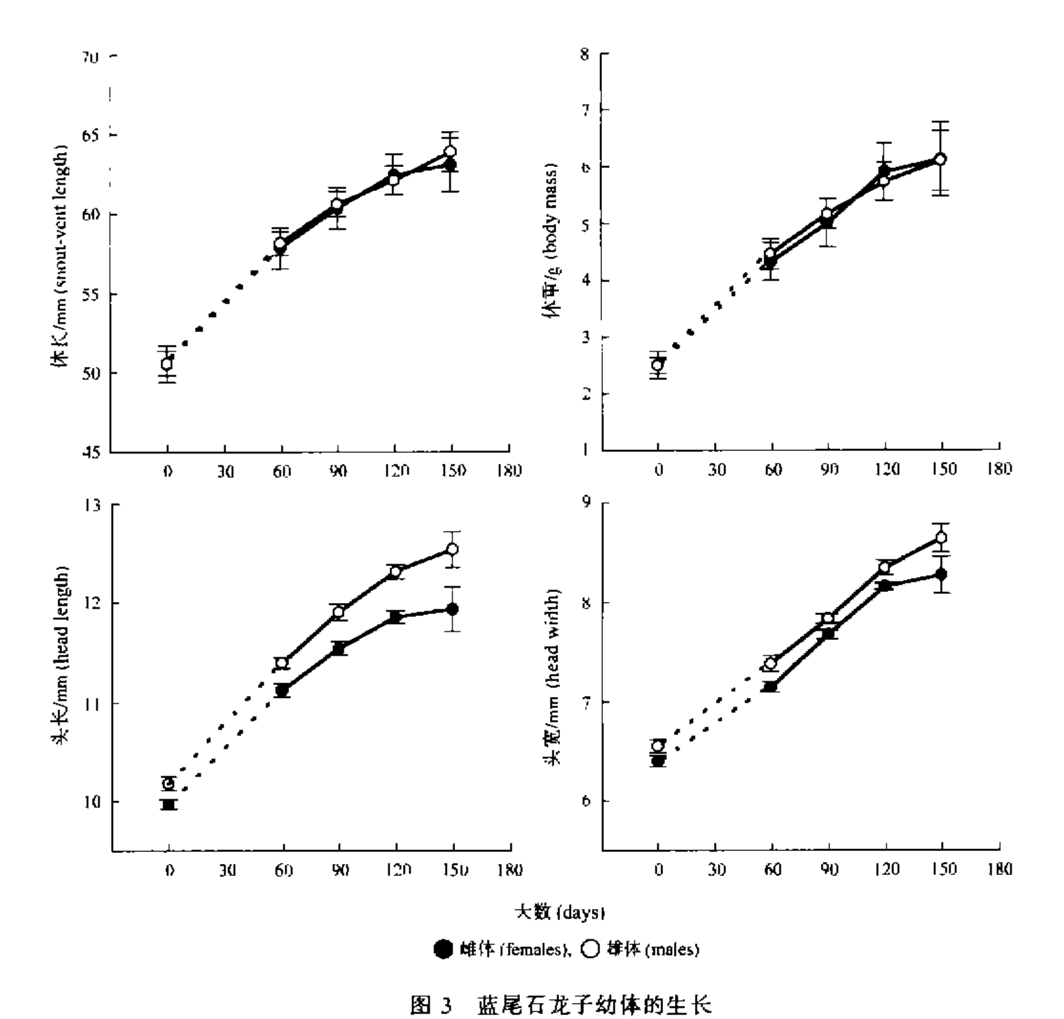


图 3 蓝尾石龙子幼体的生长

Fig.3 Growth of body size and mass and head size in juvenile *E. elegans*

性个体(图2)。性成熟个体体长生长速率的两性差异可能与雌雄个体能量分配策略不同有关(Cooper & Vitt, 1989)。性成熟雌体身体生长相对减缓，以确保将较多的能量用于输出后代，以强化雌性繁殖适

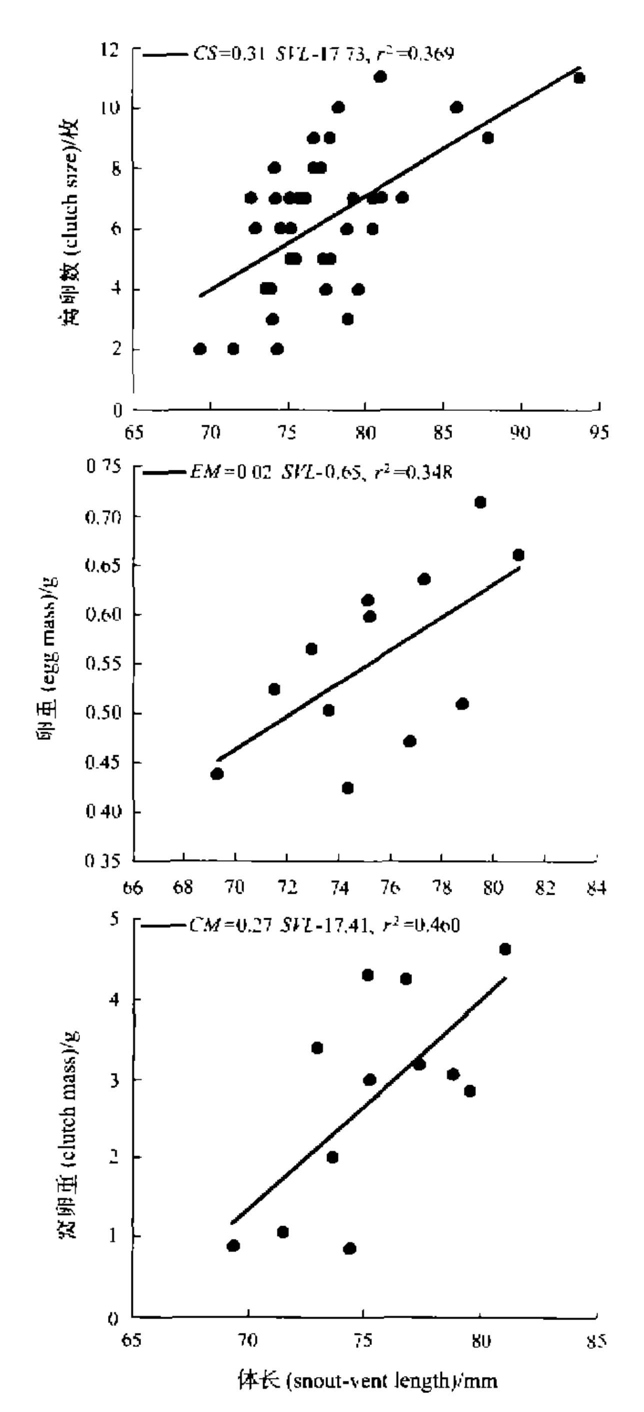


图4 蓝尾石龙子窝卵数、卵重和窝卵重与雌体体长的关系

Fig.4 Relationships of clutch size, egg mass and clutch mass to snout-vent length of female *E. elegans*

合度；性成熟雄体则将相对较多的能量分配用于生长，以较大的体型在繁殖竞争中占据优势（Huang，1996）。遗憾的是，本研究及其他相关研究中均未涉及配偶选择、雄性交配成功率与个体大小之间的关系，因而，蓝尾石龙子雄性成体较大的体型与性选择压力之间的关系有待进一步研究。

蜥蜴个体大小两性异形存在3种类型：①成年雄性大于成年雌性；②成年雌性大于成年雄性；③成年个体大小无显著两性差异（Powell & Russell，1985）。蓝尾石龙子属于其中的第1种类型，并与同域分布的中国石龙子（*Eumeces chinensis*）相同（林植华和计翔，2000）。与蓝尾石龙子同域分布的另外2种蜥蜴，蝘蜓（*Sphenomorphus indicus*）和北草蜥（*Takydromus septentrionalis*）则分别属于第2种类型（计翔和杜卫国，2000）和第3种类型（Ji *et al.*，1998；张永普和计翔，2000）。中国石龙子与蓝尾石龙子均年产单窝卵，体型较大的中国石龙子成年雄性繁殖成功率大于体型较小的雄性个体，该种个体大小的两性异形与性选择压力有关（林植华和计翔，2000）。雌性蝘蜓大于雄性，与其卵胎生繁殖方式有关，因为腹腔空间是限制卵胎生雌体繁殖输出的主要因子。蝘蜓通过增加个体大小相应地增加腹腔容纳量，有利于雌体增加繁殖输出、提高繁殖适合度（计翔和杜卫国，2000）。北草蜥两性大小同形则与该种雌体年产多窝卵及过大的雄体并不能获得明显的交配优势等因素有关（Ji *et al.*，1998；张永普和计翔，2000）。

蜥蜴雄性头部大于雌性是一个普遍现象（Carothers，1984；Powell & Russell，1985；Vitt & Cooper，1985，1986；Anderson & Vitt，1990；计翔，1994；Braña，1996；Ji *et al.*，1998；计翔和杜卫国2000；林植华和计翔，2000；张永普和计翔，2000；Braña & Ji，2000），蓝尾石龙子也不例外。从个体发育过程来看，在体长50 mm以下，蓝尾石龙子头部大小不存在两性异形，据此推测，初生幼体头部大小也应无两性差异。蜥蜴头部大小两性异形发生在个体发育的不同阶段：蓝尾石龙子[初生幼体体长＝(28.7±0.3) mm，$n=27$]发生在体长50 mm以上的幼体，蝘蜓[初生幼体体长＝(27.8±0.1) mm，$n=257$]发生在体长40 mm以上的幼体（计翔和杜卫国，2000）；中国石龙子[初生幼体体长＝(29.8±0.1) mm，$n=437$]发生在体长70 mm以上的幼体；北草蜥[初生幼体体长＝(24.4±0.1) mm，$n=532$]和地中海岩蜥（*Podarcis muralis*）[初生幼体体长＝(25.5±0.1) mm，$n=60$]发生在初生幼体（张永普和计翔，2000；Braña & Ji，2000）。随着个体发育的进行，雄性蓝尾石龙子头部生长速率明显高于雌性，使得雌雄幼体头部大小两性差异渐趋明显（图1，2），这种增长模式也见于上述所有的蜥蜴。

蓝尾石龙子成年雄体头部增长速率明显大于成年雌体和幼体(图1),表明成年雄性分配较多的能量用于头部的生长。较大的头部至少在两方面具有优势:①头部较大的个体具有摄食较大食物的潜力,有利于动物获得较大的净能(Castilla *et al*.,1991;Pérez-Mellado *et al*.,1991;Webb & Shine,1994);②头部较大的个体在种内竞争中可能处于优势,有利于雄体获得配偶(Vial & Stewart,1989)。成年雌体较小的头部与其将较多的能量用于繁殖和躯干生长有关。

蓝尾石龙子的窝卵数、窝卵重和卵大小均与雌体体长呈正相关,这表明该种石龙子主要通过增加窝卵数和卵大小来增加繁殖输出。这种增加繁殖输出的途径也见于中国石龙子(林植华和计翔,2000)和灰鼠蛇(*Ptyas korros*)(计翔等,2000)。有鳞类爬行动物增加繁殖输出的途径在不同的种类中存在差异,如地中海岩蜥、蝘蜓、赤链蛇(*Dinodon rufozonatum*)和黑眉锦蛇(*Elaphe taeniura*)等主要通过增加窝卵数增加繁殖输出,卵大小与母体大小之间无明显的正相关性(计翔和杜卫国,2000;计翔等,2000)。卵大小决定初生幼体大小,较小幼体在运动、捕食、避敌能力和社群地位等方面处于相对劣势,因而适应性低于较大幼体(Avery *et al*.,1982;Garland *et al*.,1990;Sinervo,1990;Braña & Ji,2000)。适应性较低幼体的生存几率和生长速率较低,存活至性成熟的可能性亦相对较低,因而会降低雌体的繁殖成功率(Ferguson & Fox,1984;Sinervo *et al*.,1992)。较小的蓝尾石龙子雌体产较小的卵,从中孵出的幼体较小,其野外存活率可能较低。因此,初性成熟雌体的繁殖代价相对较高。

动物的繁殖是一个复杂的生理和生态过程,产后雌体状态受诸多因素的影响,如单次繁殖输出的大小、产前雌体的储能、怀卵期间的食物可得性等。因此,窝卵数与产后雌体状态的关系远比预测的关系要复杂。产前状态较好的雌体会因繁殖输出较大而显示较差的产后状态,产前状态较差的雌体则会因繁殖输出较小而显示较好的产后状态(计翔和杜卫国,2000;计翔等,2000)。

参 考 文 献

Anderson M,1994.Sexual Selection[M].New Jersey:Princeton University Press

Anderson R A,Vitt L J,1990.Sexual selection versus alternative causes of sexual dimorphism in teiid lizards[J]. *Oecologia*,**84**:145–157

Avery R A,Bedford J D,Newcombe C P,1982.The role of thermoregulation in lizard biology:predatory efficiency in a temperature diurnal basker[J].*Behav. Ecol. Sociobiol*.,**11**:261–267.

Berry J F,Shine R,1980.Sexual size dimorphism and sexual selection in turtle (order Chelonia)[J].*Oecologia*,**44**:185–191.

Bonnet X,Shine R,Naulleau G *et al*,1998.Sexual dimorphism in snakes:different reproductive roles favour different body plans[J].*Proc. R. Soc. Lond. B*.,**265**:179–183.

Braña F,1996.Sexual dimorphism in lacertid lizards:male head increase vs female abdomen increase[J].*Oikos*,**75**:511–523

Braña F,Ji X,2000.Influence of incubation temperature on morphology, locomotor performance, and early growth of hatchling wall lizards (*Podarcis muralis*)[J].*J. Exp. Zool*.,**286**:422–433.

Brooks M J,1991.The ontogeny of sexual dimorphism:quantitative models and a case study in *Labrisomid blennies* (Teleostei:Paraclinus)[J] *Syst. Zool*.,**40**:237–255.

Carothers J H,1984.Sexual selection and sexual dimorphism in some herbivorous lizards[J].*Amer. Nat*.,**124**:244–254.

Castilla A M,Bauwens D,Llorente G A,1991.Diet composition of the lizard *Lacerta lepida* in central Spain[J].*J. Herpetol*.,**25**:30–36.

Cooper W E,Vitt L J,1989.Sexual dimorphism of head and body size in an iguanid lizard:paradoxical results[J]. *Amer. Nat*.,**133**:729–735.

Darwin C,1871.The Descent of Man and Selection in Relation to Sex [M].London:John Murray.

Dunham A E,1981 Populations in a fluctuating environment:the comparative population ecology of the iguanid lizards *Sceloporus merriami* and *Urosaurus ornatus*[J] *Misc. Publ Univ. Mich. Mus. Zool*.,**158**:1–62.

Du W G,Yan S J,Ji X,2000.Selected body temperature, thermal tolerance and thermal dependence of food assimilation and locomotor performance in adult blue-tailed skinks, *Eumeces elegans*[J]. *J. Therm. Biol*.,**25**:197–202.

Ferguson G W,Fox,S F,1984.Annual variation and survival advantage of large juvenile sideblotched lizards, *Uta stausburiana*:its causes and evolutionary significance[J].*Evolution*,**38**:342–349.

Garland T Jr,Hankins E,Huey R B,1990.Locomotor capacity and dominance in adult male lizards[J].*Func. Ecol*.,**4**:243–250.

Greenwood P J,Wheeler P,1985.The evolution of sexual size dimorphism in bird and mammals:a 'hot blooded' hypothesis[A].In:Greenwood P J, Harvey P H, Slatkin M. Evolution: Essays in Honour of John Maynard Smith[M].Cambridge:Cambridge Univ.Press.287–299.

Huang W S,1996.Sexual size dimorphism in the five-striped blue-tailed skink, *Eumeces elegans*, with notes on its life history in Taiwan[J].*Zool. Stud*.,**35**:188–194.

Ji X,1994.Sexual dimorphism in body and head size in the skink *Eumeces chinensis*[J].*J. Hangzhou Normal Coll. Natural Sciences*,**94**(6):80–85.[计 翔,1994.中国石龙子头、体大小的性二态.杭州师范学院学报(自然科学版),94(6):79–84.]

Ji X,Du W G,2000.Sexual dimorphism in body size and head size and female reproduction in a viviparous skink, *Sphenomorphus indicus*[J].*Zool. Res*.,**21**(5):349–354.[计 翔,杜卫国,2000.蝘蜓头、体大小的两性异形和雌体繁殖.动物学研究,21(5):349–354]

Ji X, Xie Y Y, Sun P Y *et al*, 1997. Sexual dimorphism and female reproduction in a viviparous snake *Elaphe rufodorsata* [J]. *J. Herpetol.*, **31**: 420 – 422.

Ji X, Zhou W H, Zhang X D *et al*, 1998. Sexual dimorphism and reproduction in the grass lizard *Takydromus septentrionalis* [J]. *Russ. J Herpetol.*, **5**: 44 – 48.

Ji X, Sun P Y, Xu X F *et al*, 2000. Relationships among body size, clutch size, and egg size in five species of oviparous colubrid snakes from Zhoushan Islands, Zhejiang, China [J]. *Acta Zool. Sin.*, **46**(2): 138 – 145. [计 翔，孙平跃，许雪峰等，2000 浙江舟山五种卵生游蛇科动物个体大小、窝卵数和卵大小之间的关系. 动物学报，**46**(2): 138 – 145.]

Kato J H Ota, 1994. Notes on the breeding of the five-lined skink. *Eumeces elegans* [J]. *Acta. Zool. Taiwan*, **5**: 77 – 81.

Lin Z H, Ji X, 2000. Food habits, sexual dimorphism and female reproduction of the skink (*Eumeces chinensis*) from a Lishui population in Zhejiang [J]. *Acta Ecol. Sin.*, **20**(2): 304 – 310. [林植华，计 翔，2000. 浙江丽水中国石龙子的食性、两性异型和雌性繁殖. 生态学报，**20**(2): 304 – 310.]

Lue K Y, Chen S L, 1989. Notes on the nesting of *Eumeces elegans* (Lacertilia: Reptilia) near Mei-Fong, Taiwan [J]. *J. Taiwan Mus.*, **42**: 79 – 80

Parker G A, 1992. The evolution of sexual size dimorphism in fish [J]. *J. Fish. Biol.*, **41**(suppl.): 1 – 20

Pérez-Mellado V, Bauwens D, Gil M *et al*, 1991. Diet composition and prey selection in the lizard *Lacerta monticola* [J]. *Can. J. Zool.*, **69**: 1728 – 1735.

Powell G L, Russell A P, 1985. Growth and sexual size dimorphism in Alberta populations of the eastern short-horned lizard, *Phrynosoma douglassi brevirostre* [J]. *Can. J. Zool.*, **63**: 139 – 154.

Seigel R A, Fitch H S, 1984. Ecological patterns of relative clutch mass in snakes [J]. *Oecologia*, **61**: 293 – 301.

Shine R, 1979. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia [J]. *Copiea*, **1979**: 297 – 306.

Shine R, 1992. Relative clutch mass and body shape in lizards and snakes: its reproductive investment constrained or optimized [J]. *Evolution*, **46**: 828 – 833.

Shine R, 1994. Sexual size dimorphism in snakes revisited [J]. *Copeia*, **1994**: 326 – 346.

Sinervo B, 1990. The evolution of maternal investment in lizards: an experimental and comparative constrained or optimized [J]. *Evolution*, **46**: 828 – 833.

Sinervo B, Doughty P, Huey R B *et al*, 1992. Allometric engineering: a causal analysis of natural selection on offspring size [J]. *Science*, **258**: 1927 – 1930.

Trivers R L, 1977. Sexual selection and resource accruing abilities in *Anolis garmani* [J]. *Evolution*, **30**: 253 – 269

van Damme R, Bauwens D, Braña F, 1992. Incubation temperature differentially affects hatching time, egg survival, and hatchling performance in the lizard *Podarcis muralis* [J]. *Herpetologica*, **48**: 220 – 228.

Vial J L, Stewart J R, 1989. The manifestation and significance of sexual dimorphism in anguid lizards: a case study of *Barisia monticola* [J]. *Can. J. Zool.*, **67**: 68 – 72.

Vitt L J, Cooper W E, 1985. The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: an example of sexual selection [J]. *Can. J Zool.*, **63**: 995 – 1002.

Vitt L J, Cooper W E, 1986. Skink reproduction: *Eumeces fasciatus* in the southeastern United States, with notes on *Eumeces inexpectatus* [J] *J. Herpetol.*, **20**: 65 – 76.

Vitt L J, Price H J, 1982. Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards [J]. *Herpetologica*, **38**: 237 – 255.

Wang P C, 1964. Studies on the ecology of four species of lizards in Hangzhou: Ⅰ [J]. *Chin. J. Zool.*, **9**(2): 70 – 85. [王培潮. 1964. 杭州四种蜥蜴的生态研究 Ⅰ. 动物学杂志，**9**(2): 70 ~ 85.]

Wang P C, 1966. Studies on the ecology of four species of lizards in Hangzhou: Ⅱ. Breeding [J]. *Acta Zool. Sin.*, **18**(2): 170 – 185. [王培潮，1966. 杭州四种蜥蜴的生态研究 Ⅱ 繁殖. 动物学报，**18**(2): 170 ~ 185.]

Webb J K, Shine R, 1994. Feeding habits and reproductive biology of Australian pygopodid lizard of the genus *Aprasia* [J]. *Copeia*, **1994**: 390 – 398.

Zhang Y P, Ji X, 2000. Ontogenic changes in sexual dimorphism in head side and food habits in grass lizards, *Takydromus septentrionalis* [J] *Zool. Res.*, **21**(3): 181 – 186. [张永普，计 翔，2000. 北草蜥个体发育过程中头部两性异型及食性的变化. 动物学研究，**21**(3): 181 ~ 186.]

Zhao E M, Adler K, 1993. Herpetology of China [M]. Ohio: Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 210.

Growth, Sexual Size Dimorphism and Female Reproduction of Blue-tailed Skinks, *Eumeces elegans*

DU Wei-Guo JI Xiang

(*Department of Biology, Hangzhou Normal College, Hangzhou* 310036, *China* *duweiguo@mail.hz.zj.cn*)

Abstract: We report data on growth, sexual dimorphism and female reproduction for blue-tailed skinks, *Eumeces elegans*, from a population in Hangzhou, Zhejiang, eastern China. All the animals were captured from the field and then raised in the laboratory. The body and head sizes of 449 skinks were measured to indicate ontogenetic changes in sexual size dimorphism. The growth of 94 juveniles and 50 adults and the reproductive output of 12 adult females were determined. We pay particular attention to the point during ontogeny at which males and females diverge in body size (SVL) and head size (length and width) and the way through which females increase their reproductive output. Adults were sexually dimorphic in coloration, body size and head size, with male adults being larger in both body and head size than female adults. Newly

emerged young did not show sex difference in SVL, and male and female juveniles (SVL < 69.3 mm) exhibit isometric growth pattern of SVL. Male and female adults (SVL > 69.3 mm) showed allometric growth pattern of SVL, as male adults grew faster than female adults. Therefore, It was concluded that sexual dimorphism in body size of *E. elegans* occured only in adults. Our data revealed that male and female juveniles larger than 50 mm SVL began to diverge in head size, with males having larger heads than female's. This sexual dimorphism resulted from the greater head growth rate relative to SVL in males when their SVLs were larger than 50 mm SVL, and became increasingly pronounced in adults. The sexual dimorphism in body and head size suggested that the strategy of energy partition of adult males and females was different. Adult males partition relatively more energy into body and head growth so as to improve the reproductive fitness, in contrast, adult females partition relatively more energy into reproductive investment other than body growth. Morever, adult females partition relatively less energy into head growth but more into carcass growth, thereby leaving a larger space for containing more eggs. The smallest reproductive female in our sample is 69.3 mm SVL, and all females larger than this size lay a single clutch of eggs per breeding season. Clutch size, clutch mass and clutch mean egg mass were all positively correlated with maternal SVL, with average 6.4 eggs, 2.783 g and 0.554 g, respectively. Females of *E. elegans* increase reproductive output mainly through increasing clutch size (egg number) and egg size as well.

Key words: *Eumeces elegans*; Growth; Sexual dimorphism; Female reproduction